

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 40 15037 A1

⑤① Int. Cl. 5:
B 23 P 21/00
B 25 J 9/10
// B 65 G 25/00

②① Aktenzeichen: P 40 15 037.2
②② Anmeldetag: 10. 5. 90
④③ Offenlegungstag: 15. 11. 90

DE 40 15037 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
11.05.89 JP P 1-117971

⑦① Anmelder:
Nippondenso Co., Ltd., Kariya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struif, B.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Winter, K., Dipl.-Ing.; Roth,
R., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦⑦ Erfinder:
Usui, Hirokazu, Nagoya, JP

⑤④ Maschine zur Montage von Teilen

Eine Maschine zur Montage von Teilen hat eine Positionierungsvorrichtung mit einem bewegbaren Tisch zum Anordnen eines Werkstücks an gewünschten Stellen, Montagehandeinrichtungen zum Halten von Teilen für die Montage am Werkstück und Überführungseinrichtungen zum Zuführen von Teilen aus Behältern zu den Montagehandeinrichtungen.

Die Maschine hat eine Vielzahl von Körpern, die lösbar an der Positionierungsvorrichtung fixiert sind, und eine Vielzahl von Untersteuereinheiten sowie eine Hauptsteuereinheit. Eine jeweilige Handhabungseinheit mit einer der Montagehandeinrichtungen und einer der Überführungseinrichtungen ist über einen der Körper an der Positionierungsvorrichtung befestigbar und wird durch eine der Untersteuereinheiten gesteuert, die von der Hauptsteuereinheit gesteuert werden, welche entsprechend der gewünschten Art von Teilen eine der Handhabungseinheiten wählt. Beim Wiederanbringen einer gelösten Handhabungseinheit müssen deren Montagehandeinrichtung und Überführungseinrichtung nicht neu eingestellt werden. Die Hauptsteuereinheit muß Unterschiede zwischen ausgewechselten Handhabungseinheiten nicht beachten. Die verschiedenen Arten der Handhabungseinheiten können daher ohne weiteres ausgetauscht werden, um verschiedenartige Teile am Werkstück zu montieren.

GESCANNT AM

26. Mai 1997

Er.

DE 40 15037 A1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Maschine zur Montage von Teilen, genauer gesagt eine Maschine, die verschiedene Arten von Teilen in gewünschten Positionen an einem Werkstück montieren kann.

Ein Arbeitszyklus einer Maschine der vorstehend beschriebenen Art umfaßt die folgenden Schritte:

Herausnahme eines Teiles aus einem die Teile enthaltenden Behälter,

Ergreifen des herausgenommenen Teiles mit einer Montagehand, Einstellen der Richtung und Position des Teiles in der Montagehand,

Montage des eingestellten Teiles in einer gewünschten Position an einem Werkstück,

Bestimmen, ob das Teil korrekt montiert ist (dieser Schritt kann entfallen),

Fixieren des montierten Teiles am Werkstück und

Bestimmen, ob das Teil korrekt und sicher am Werkstück fixiert ist (dieser Schritt kann entfallen).

Wenn man mit einer Maschine der vorstehend beschriebenen Art verschiedene Arten von Teilen in einem Arbeitszyklus montieren muß, muß die Maschine verschiedene Herausnahmeverrichtungen, Greifvorrichtungen, Einstellvorrichtungen, Montagevorrichtungen und Fixiervorrichtungen besitzen, deren Ausgestaltung sich mit den Formen der Teile ändert, wobei eine Hauptsteuereinheit diese Vorrichtungen steuert.

Bei einer herkömmlich ausgebildeten Maschine zur Montage von Teilen ist es schwierig, irgendeinen der die Teile aufweisenden Behälter, irgendeine Herausnahmeverrichtung, Greifvorrichtung, Einstellvorrichtung, Montagevorrichtung, Fixiervorrichtung und Werkstückpositioniervorrichtung durch eine andere auszutauschen und dabei korrekte positionelle und seitliche Beziehungen zwischen den Vorrichtungen aufrecht zu erhalten. Daher weisen derartige herkömmlich ausgebildete Maschinen die folgenden Probleme auf:

(1) Wenn irgendeine Art von Teilen durch eine andere Art von Teilen ersetzt oder die Gesamtzahl der Teile erhöht wird, ist es erforderlich, den Betrieb der Maschine über eine lange Zeitdauer zu stoppen und die Maschine entsprechend umzurüsten.

(2) Um zu vermeiden, daß eine Vielzahl von Maschinen aufgrund unterschiedlicher Arten von zu montierenden Teilen umgerüstet werden muß oder um den Betrieb der Maschine über eine lange Zeitdauer fortzusetzen, ohne diese umzurüsten, ist es erforderlich, einen langen und detaillierten Plan zum Betreiben der Maschine aufzustellen. Wenn dieser Plan einmal gestört wird, ist es schwierig, den Plan wieder herzustellen, um die vorgegebene Produktion zu erreichen.

gerüstet werden kann, um die Art der von der Maschine zu montierenden Teile zu verändern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Maschine gelöst, die die folgenden Bestandteile umfaßt:

Eine Werkstückpositionierungsvorrichtung einschließlich eines Tisches, der darauf bewegbar ist und ein Werkstück an verschiedenartigen gewünschten Stellen positionieren kann, Montagehandeinrichtungen, von denen jede eine Hand umfaßt, die ein Teil zur Montage am Werkstück halten kann, und Überführungseinrichtungen, von denen jede das Teil von einem Behälter für die Teile zu den Montagehandeinrichtungen überführen

kann, wobei die Montagehände das vom Behälter überführte Teil empfangen und das Teil freigeben, so daß es in einer von der Werkstückpositionierungsvorrichtung positionierten Weise am Werkstück montiert werden kann, wobei die Maschine des weiteren eine Vielzahl von Körpern, die lösbar an der Werkstückpositionierungsvorrichtung befestigt sind, und eine Vielzahl von Untersteuereinheiten sowie eine Hauptsteuereinheit aufweist, eine jede Einheit zur Handhabung der Teile die Montagehandeinrichtungen und die Überführungseinrichtungen umfaßt, die miteinander zusammenwirken, und am Körper fixiert ist, so daß jede Einheit zur Handhabung der Teile über den lösbaren Körper in Relation zur Werkstückpositionierungsvorrichtung festgelegt ist, die Montagehandeinrichtungen und die Überführungseinrichtungen in jeder Einheit zur Handhabung der Teile durch eine der Untersteuereinheiten gesteuert werden, so daß sie miteinander zusammenwirken, und die Untersteuereinheiten wahlweise von der Hauptsteuereinheit gesteuert werden, so daß in Abhängigkeit von einer gewünschten Art von Teilen die Hauptsteuereinheit eine geeignete Einheit zur Handhabung der Teile auswählt, damit diese mit der Werkstückpositionierungsvorrichtung zusammenwirken kann.

Da jede der Einheiten zur Handhabung der Teile die Montagehandeinrichtungen und die Überführungseinrichtungen, die miteinander zusammenwirken, aufweist und an einem der Körper fixiert ist, welche lösbar an der Werkstückpositionierungsvorrichtung festgelegt sind, so daß jede der Einheiten zur Handhabung der Teile über den lösbaren Körper relativ zur Werkstückpositionierungsvorrichtung fixiert ist, ist es nicht erforderlich, die am Körper fixierte Einheit zur Handhabung der Teile zu demontieren, wenn die Einheit von der Maschine zur Montage der Teile entfernt und durch eine andere Einheit ersetzt wird, so daß hierdurch die positionellen und zeitlichen Beziehungen zwischen den Montagehandeinrichtungen und den Überführungseinrichtungen der entfernten Einheit zur Handhabung der Teile nicht wiedereingestellt werden müssen, wenn die entfernte Einheit wieder relativ zur Werkstückpositionierungsvorrichtung fixiert wird. Da die Montagehandeinrichtungen und die Überführungseinrichtungen in jeder Einheit zur Handhabung der Teile durch eine der Untersteuereinheiten gesteuert werden, so daß sie miteinander zusammenwirken, und da die Untersteuereinheiten wahlweise von der Hauptsteuereinheit gesteuert werden, so daß in Abhängigkeit von einer gewünschten Art von Teilen die Hauptsteuereinheit eine geeignete Einheit zur Handhabung der Teile auswählt, damit diese mit der Werkstückpositionierungsvorrichtung zusammenwirkt, steuert die Hauptsteuereinheit nicht das Zusammenwirken zwischen den Montagehandeinrichtungen und den Überführungseinrichtungen in jeder Einheit zur Handhabung der Teile, sondern steuert das Zusammenwirken zwischen der ausgewählten Einheit zur Handhabung der Teile und der Werkstückpositionierungsvorrichtung, so daß die Hauptsteuereinheit nicht auf den Unterschied zwischen dem Zusammenwirken in der entfernten Einheit zur Handhabung der Teile und dem Zusammenwirken in der hierfür eingesetzten Einheit achten muß. Daher können die Einheiten zur Handhabung der Teile in einfacher Weise durch andere ausgetauscht werden, um hierdurch die am Werkstück zu montierenden Teile zu verändern.

Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Aus-

führungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung im einzelnen erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; die

Fig. 2a, 2b und 2c perspektivische Ansichten von Einheiten zur Handhabung von Teilen, einer Werkstückpositionierungsvorrichtung und Behältern für die Teile;

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm der Arbeitsschritte der Ausführungsform der Fig. 1; die

Fig. 4a und 4h eine Vorderansicht und eine Seitenansicht der Einheit zur Handhabung der Teile;

Fig. 4c eine vergrößerte Ansicht, die ein in Fig. 4a mit einer gestrichelten Linie angedeutetes Teil zeigt;

Fig. 5 ein Ablaufdiagramm der Arbeitsschritte zur Montage eines Drahtes bei der Ausführungsform der Fig. 4; die

Fig. 6a, 6b, 6c und 6d schematische Ansichten von Daten, die bei einem Positionskompensationsvorgang verwendet werden;

Fig. 7a, 7b eine schematische Ansicht zur Darstellung eines Verfahrens zum Messen der Entfernung zwischen dem Bezugspunkt eines Werkstückpositionierungstisches, der in seiner Ausgangsposition angeordnet ist, und einem Bezugspunkt einer Einheit zur Handhabung von Teilen; die

Fig. 8a, 8b und 8c schematische Ansichten zur Darstellung eines Verfahrens zum Berechnen der Entfernung zwischen der Ausgangsposition des Werkstückpositionierungstisches und einer Montageposition desselben, in der ein Werkstück, das am Werkstückeinstellungspunkt korrekt am Werkstückpositionierungstisch eingestellt worden ist, in angemessener Weise relativ zur Einheit zur Handhabung der Teile positioniert ist; und

Fig. 9 eine schematische Ansicht, teilweise im Schnitt, die den inneren Aufbau der Einheit zur Handhabung der Teile zeigt.

Wie in den Fig. 1, 2a, 2b und 2c gezeigt, sind in einer Einheit 10 zur Handhabung von Teilen eine von Überführungsvorrichtungen 12 für die Teile, eine von Montagehandvorrichtungen 13, einer von Teilecodelesern 14, eine von Untersteuereinheiten 15 und eine von Fixier-
vorrichtungen 16 für die Teile fest an einem von Körpern 11 angebracht. Jeder der Körper 11 besitzt eine Signalschnittstellenöffnung 17 und eine Energieversorgungsöffnung 18. Am Körper 11 ist ferner einer von Behältern 40 zur Aufnahme der Teile lösbar befestigt. Jeder Behälter 40 ist darauf mit einer Codemarkierung 41 versehen, deren Code einer bestimmten Art von Teilen entspricht, die im Behälter 40 untergebracht sind.

Jede Überführungsvorrichtung 12 überführt ein Teil von einem Behälter 40 zu einer Montagehand 19, die zu den Montagehandvorrichtungen 13 gehört. Jede Montagehandvorrichtung 13 bewegt die Montagehand 19 zwischen einer Stelle zur Aufnahme eines Teiles, an der die Montagehand 19 das vom Behälter 40 überführte Teil aufnimmt, und einer Teilmontageposition, an der die Montagehand 19 das Teil freigibt, so daß dieses an einem Werkstück 71 montiert werden kann, das von einer Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 positioniert wird. Ein Luftzylinder oder eine elektrische Servo-Linearbetätigungseinheit wird zum Antrieb der Montagehand 19 verwendet. Jeder der Teilecodeleser 14 liest die Codemarkierung, beispielsweise die auf den Behältern 40 gezeigte Strichcodemarkierung 41, und informiert die Untersteuereinheit 15 von der Art der Teile, die im Behälter 40 vorhanden sind. Die Behälter 40 enthalten entsprechende Arten von Teilen, welche durch den Auslaß 42 überführt werden.

Wenn die Untersteuereinheit 15 ein Startsignal für den Montagevorgang von einer Hauptsteuereinheit 30 über die Signalschnittstellenöffnung 17 erhält, gibt die Untersteuereinheit 15 ein Werkstückpositionierungsanforderungssignal an die Hauptsteuereinheit 30 ab. Nachdem die Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 gemäß dem Werkstückpositionierungsanforderungssignal den Werkstückpositionierungsvorgang beendet hat und das Teil vom Behälter 40 zur Montagehand 19 überführt worden ist, betätigt die Untersteuereinheit 15 die Teilehandhabungseinheit 10, um das überführte Teil am Werkstück 71 zu montieren. Die Fixiervorrichtung 16 für die Teile fixiert das montierte Teil am Werkstück. Wenn es sich bei dem montierten Teil um eine getrennte integrierte Schaltung mit Leitungsdrähten handelt und das Werkstück eine Platine für eine derartige Schaltung ist, die Löcher zur Aufnahme der Leitungsdrähte aufweist, schneidet die Fixiervorrichtung 16 die von den Löchern aufgenommenen Leitungsdrähte ab und falzt diese um. Wenn es sich bei dem montierten Teil um ein anderes Teil handelt, kann die Fixiervorrichtung 16 mit einem Schraubenanziehmechanismus versehen sein. Bei jeder Einheit 10 zur Handhabung der Teile besitzen die Montagehand 19 und die Fixiervorrichtung 16 für die Teile unterschiedliche Ausführungsformen je nach der Art der zu handhabenden Teile. Die Signalschnittstellenöffnung 17 und die Energieversorgungsöffnung 18 der Einheit 10 stehen mit einer Signalschnittstellenöffnung 21 und einer Energieversorgungsöffnung 22 der Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 in Verbindung, wenn die Einheit 10 an der Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 befestigt ist. Die Untersteuereinheiten 15 sind über die Signalschnittstellenöffnungen 17 und 21 an die Hauptsteuereinheit 30 angeschlossen, und die Stromversorgung sowie die Strömungsmittelversorgung für die Einheit 10 erfolgt über die Öffnungen 18 und 22.

Jede der Einheiten 10 zur Handhabung der Teile ist lösbar an der Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 befestigt. Damit die Bezugspunkte der Einheiten 10 so genau wie möglich an entsprechenden gewünschten Stellen in Relation zur Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 angeordnet werden können, besitzt jede Einheit 10 zwei Positionierungslöcher (nicht gezeigt) an einer Befestigungsfläche, und die Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 besitzt Sätze von Positionierungsstiften (nicht gezeigt), von denen jeder Satz zwei Positionierungsstifte aufweist, die in die beiden Positionierungslöcher der Einheiten 10 eingesetzt sind. Nachdem die Einheit 10 an die Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 gesetzt worden ist, wird die Befestigungsfläche der Einheit 10 gegen eine Befestigungsfläche der Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 gepreßt. Die Vorrichtung 20 besitzt ein Bett 23 und eine Tischantriebsvorrichtung 24, die am Bett 23 befestigt ist. Ein X-Y-Tisch 242 ist an Führungsstangen 241 bewegbar und wird durch eine Kombination aus einer Spindelmuttereinheit und einem Servomotor (nicht gezeigt) in Längsrichtung der Führungsstangen 241 positioniert. Die Führungsstangen werden durch eine andere Kombination aus einer Spindelmuttereinheit und einem Servomotor (die in der Tischantriebsvorrichtung 24 angeordnet ist) in einer Richtung senkrecht zu den Längsachsen der Stangen 241 positioniert, so daß der X-Y-Tisch 242 in einer Ebene bewegbar und positionierbar ist. Eine Längenmeßvorrichtung 244 in X-Richtung und eine Längenmeßvorrichtung 245 in Y-Richtung sind an entsprechenden Ecken des Tisches 242 angeordnet, und ein

Schrittbewegungstisch 243 befindet sich in der Mitte des X-Y-Tisches 242. Das Werkstück wird auf den Schrittbewegungstisch 243 gesetzt.

Nachdem die Einheiten 10 zur Handhabung der Teile in entsprechenden Positionen an der Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 fixiert worden sind, ermittelt die Hauptsteuereinheit 30 Abweichungsgrößen der tatsächlichen Positionen der Bezugspunkte der fixierten Einheiten 10 gegenüber den entsprechenden Sollpositionen. Wenn die Hauptsteuereinheit 30 danach Montagevorgangsbefehlssignale, die über eine Schalttafel 50 eingegeben worden sind, empfangen hat, wählt die Hauptsteuereinheit in Abhängigkeit von den Daten, die das Montagevorgangsbefehlssignal mitgeführt hat, eine der Einheiten 10 aus, gibt ein Montagevorgangsstartsignal an die ausgewählte Einheit 10 ab und gibt einen Befehl an die Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 ab, die Tische 242 und 243 auf der Basis des Werkstückpositionierungsanforderungssignales, das von der ausgewählten Einheit 10 abgegeben worden ist, zu positionieren. Wenn die ausgewählte Einheit 10 einen Montagevorgangszyklus beendet hat, wie vorstehend beschrieben, nachdem die Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 das Werkstück positioniert hat, wiederholt die Hauptsteuereinheit den vorstehend beschriebenen Arbeitszyklus. Jedes der Montagevorgangsbefehlssignale enthält Daten, die einen benötigten Typ der Einheit 10 zur Handhabung der Teile wiedergeben, Daten, die eine benötigte Art von Teilen wiedergeben, Daten, die eine Position wiedergeben, in der das Teil am Werkstück montiert werden soll, Daten, die die Stellung des montierten Teiles wiedergeben, und Daten zum Begrenzen des Betriebes der Einheit 10.

Der Betrieb der Maschine zur Montage der Teile gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt drei Stufen, die nachfolgend beschrieben werden. Um die Funktionsweise der Maschine verständlich zu machen, wird vorausgesetzt, daß der Schrittbewegungstisch 243 in seiner Bezugsdrehposition gehalten wird. Wenn die Maschine eine Vielzahl von Einheiten zur Handhabung von Teilen aufweist, wird ein nachfolgend beschriebener Kompensationsvorgang in Abhängigkeit von der Zahl der Einheiten wiederholt. In Stufe 1 wird ein Bezugsstück 72 über mindestens drei Positionierstifte 251, die sich vom Schrittbewegungstisch 243 aus erstrecken und gegen die mindestens zwei Bezugseiten des Werkstückes 71 oder des Bezugsstückes 72 mit einem elastischen Element (nicht gezeigt) gepreßt werden, korrekt auf den Schrittbewegungstisch 243 gesetzt. Danach wird der Hauptsteuereinheit 30 über eine Schalttafel 50 befohlen, die tatsächlichen Entfernungen zwischen dem Bezugspunkt des X-Y-Tisches 242 und den Bezugsseiten des Bezugsstückes, das korrekt über die Positionierstifte 251 abgesetzt worden ist, d.h. die tatsächlichen Entfernungen zwischen dem Bezugspunkt des X-Y-Tisches 243 und der Bezugslinie der Positionierungsstifte 251 in X- und Y-Richtung senkrecht zueinander, zu messen, wie nachfolgend im einzelnen erläutert wird. Die gemessene Entfernung wird in der Hauptsteuereinheit 30 gespeichert. Danach wird das Bezugsstück 72 vom Werkstück 71 ersetzt. Wie in den Schritten 1 bis 4 in Fig. 1 gezeigt ist, wird in Stufe 2 nach dem Fixieren der Einheiten 10 zur Handhabung der Teile an der Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 und der Zuführung von elektrischem Strom von der Maschine zur Montage der Teile der Hauptsteuereinheit 30 von den Untersteuereinheiten 15 befohlen, die Abweichungen der tatsächlichen Positionen der Bezugspunkte der fixierten Einheiten 10

gegenüber den entsprechenden Sollpositionen (Schritt 1) zu kompensieren. Wenn in Schritt 2 die Hauptsteuereinheit 30 diesen Befehl erhält, wird die Maschine zur Montage der Teile von der Hauptsteuereinheit 30 so gesteuert, daß die tatsächlichen Entfernungen zwischen den Bezugspunkten der fixierten Einheiten und des X-Y-Tisches gemessen werden und die gemessene Entfernung in der Hauptsteuereinheit 30 gespeichert wird, wie nachfolgend im einzelnen erläutert wird. Danach gibt in Schritt 3 die Untersteuereinheit 15 einer jeden Einheit 10 Daten ab, die einen Funktionstyp der Einheit 10 und eine vom Teilecodeleser 14 in die Hauptsteuereinheit 30 eingelesene Teileart wiedergeben. In Schritt 4 speichert die Hauptsteuereinheit 30 diese Daten. Wie in den Schritten 5 bis 10 in Fig. 1 dargestellt ist, wählt in Schritt 3 die Hauptsteuereinheit 30 eine der Einheiten 10 aus, die für die Montage einer ersten Art von Teilen geeignet ist, und gibt ein Montagevorgangsstartsignal an die ausgewählte Einheit 10 ab (Schritt 5), nachdem die gespeicherten Funktionsdaten der Einheiten 10 mit einem ersten einer Reihe von Montagevorgangsbefehlssignalen verglichen worden sind, die der Hauptsteuereinheit 30 über die Schalttafel 50 zugeführt worden sind. In Schritt 6 gibt die Handhabungseinheit 10 kompensierte Positionierungsdaten, die von der Untersteuereinheit 15 errechnet worden sind, in Abhängigkeit von den Entfernungen in X- und Y-Richtung zwischen dem Bezugspunkt der ausgewählten Einheit 10 und dem Bezugspunkt des gehandhabten Teiles auf der Basis des Montagevorgangsstartsignales, das Daten einschließt, die eine Position wiedergeben, in der das Teil am Werkstück 71 montiert werden soll, ab. Die Entfernungen in X- und Y-Richtung zwischen dem Bezugspunkt der ausgewählten Einheit 10 und dem Bezugspunkt des gehandhabten Teiles wurden vorher gemessen. Nachdem die Hauptsteuereinheit 30 die kompensierten Positionierungsdaten empfangen hat, errechnet sie in Schritt 7 die Entfernungen in X- und Y-Richtung zwischen dem Referenzpunkt des X-Y-Tisches und den Bezugspunkten des X-Y-Tisches 242, wie nachfolgend beschrieben. Diese Entfernungen sind zur richtigen Positionierung des X-Y-Tisches 242 erforderlich. Wenn die ausgewählte Einheit 10 ein Positionierungsbeendigungssignal von der Hauptsteuereinheit 30 empfangen hat, nachdem der X-Y-Tisch 242 richtig positioniert worden ist, beginnt die ausgewählte Einheit 10 in Schritt 8 ihren Montagevorgang, der von der Untersteuereinheit 15 gesteuert wird, wobei die Montagehand, die das vom Behälter zur Montagehand 19 der Montagehandvorrichtungen 13 von der Vorrichtung 12 überführte Teil enthält, sich zum Werkstück herabbewegt und das Teil zur Montage am Werkstück freigibt. Wenn das Teil Leitungsdrähte aufweist, die von den Löchern des Werkstückes aufgenommen werden, schneidet die Fixiervorrichtung 16 nach der Montage des Teiles am Werkstück die Leitungsdrähte auf geeignete Länge und preßt die verbleibenden Drähte zusammen. Wenn bestätigt worden ist, daß das Teil sicher und richtig am Werkstück fixiert worden ist, ist ein Montagezyklus beendet. Wenn das montierte Teil, beispielsweise ein Draht, zwei Abschnitte besitzt, die am Werkstück fixiert werden sollen, werden die Schritte 6 und 8 wiederholt, und die kompensierten Positionierungsdaten werden in Abhängigkeit von der Positionierungsdifferenz zwischen den Händen 191 und 192 geändert. Wenn irgendwelche Probleme bei der Einheit 10 auftreten, beispielsweise wenn alle Teile im Behälter 40 überführt worden sind, rückt der Betrieb der Maschine auf Schritt 9 vor, bei dem die Untersteu-

reinheit ein Anforderungssignal für das Bedienungspersonal abgibt. Wenn ein Montagezyklus beendet ist, gibt in Schritt 10 die Untersteuereinheit 15 ein Montagevorgangsbeendigungssignal an die Hauptsteuereinheit 30 ab. Wenn die Hauptsteuereinheit 30 das Montagevorgangsbeendigungssignal empfangen hat, wählt sie die nächste Einheit 10 für die Montage der nächsten Art von Teilen in Abhängigkeit von dem nächsten in der Reihe der Montagevorgangsbefehlssignale aus, so daß der Montagezyklus in Abhängigkeit von der Gesamtzahl der Montagevorgangsbefehlssignale in der Reihe wiederholt wird.

Der Arbeitszyklus zur Montage des Drahtes wird nachfolgend im einzelnen beschrieben. Fig. 4 zeigt die für die Montage des Drahtes 60 geeignete Einheit 10, während Fig. 5 die Arbeitsschritte zur Montage des Drahtes 60 zeigt, wobei mit dem ersten Schritt nach dem vorstehend erwähnten Schritt 5 der Fig. 3 begonnen wird.

Wie in Fig. 5 gezeigt, empfängt in Schritt 100 die Einheit 10 zur Handhabung der Teile das Montagevorgangsstartsignal von der Hauptsteuereinheit 30. In Schritt 101 gibt die Einheit 10 die kompensierten Positionierungsdaten zum richtigen Positionieren des Werkstückes in Relation zur Montagehand 191, die ein Ende 61 des Drahtes 60 ergreift, ab. Nachdem die Hauptsteuereinheit 30 die kompensierten Positionierungsdaten empfangen hat, errechnet in Schritt 102 die Hauptsteuereinheit ein Rotationsmaß für den Schrittbewegungsschritt 243 und die Entfernungen in X- und Y-Richtung zwischen dem Referenzpunkt des X-Y-Tisches und den Bezugspunkten des X-Y-Tisches 242. Dieses Rotationsmaß und diese Entfernungen werden benötigt, um ein gewünschtes Loch des Werkstückes 71 in Relation zum Ende 61 korrekt zu positionieren. Die Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 positioniert den X-Y-Tisch 242 und den Schrittbewegungstisch 243 in Abhängigkeit von dem errechneten Rotationsmaß und den entsprechenden Entfernungen. Diese Berechnung wird nachfolgend im Detail beschrieben. Wenn die Einheit 10 das von der Hauptsteuereinheit 30 abgegebene Positionierungsbeendigungssignal erhalten hat, nachdem der X-Y-Tisch 242 und der Schrittbewegungstisch 243 korrekt positioniert worden sind, senkt sich in Schritt 103 die Montagehand 191, die das Ende 61 aufweist, zum Werkstück herab und führt das Ende 61 in das gewünschte Loch ein. Danach gibt in Schritt 104 die Einheit 10 die kompensierten Positionierungsdaten zum richtigen Positionieren eines anderen Loches des Werkstückes 71 in Relation zu einer Montagehand 192, die ein Ende 62 des Drahtes 60 ergreift, ab. Nachdem die Hauptsteuereinheit 30 die kompensierten Positionierungsdaten empfangen hat, errechnet sie in Schritt 105 das Rotationsmaß des Schrittbewegungstisches 243 und die Entfernungen in X- und Y-Richtung zwischen dem Referenzpunkt des X-Y-Tisches und den Bezugspunkten des X-Y-Tisches 242. Dieses Rotationsmaß und diese Entfernungen werden zum richtigen Positionieren des anderen gewünschten Loches des Werkstückes 71 in Relation zum Ende 62 benötigt. Die Werkstückpositionierungsvorrichtung 20 positioniert den X-Y-Tisch 242 und den Schrittbewegungstisch 243 in Abhängigkeit von dem errechneten Rotationsmaß und den errechneten Entfernungen. Wenn die Einheit 10 das von der Hauptsteuereinheit 30 abgegebene Positionierungsbeendigungssignal empfangen hat, nachdem der X-Y-Tisch 242 und der Schrittbewegungstisch 243 korrekt positioniert worden sind, wird in Schritt 106 die das Ende 62 errei-

fende Montagehand 192 zum Werkstück 71 abgesenkt und das Ende 62 in das gewünschte Loch eingeführt. Wenn ein Montagezyklus beendet worden ist, gibt in Schritt 107 die Untersteuereinheit 15 das Montagevorgangsbeendigungssignal an die Hauptsteuereinheit 30 ab.

Um den Meß- und Rechenvorgang der erfindungsgemäß ausgebildeten Maschine zur Montage von Teilen verständlich zu machen, wird vorausgesetzt, daß der Schrittbewegungstisch 243 in seiner Referenzdrehposition gehalten wird. Es wird nur der Meß- und Rechenvorgang in X-Richtung erläutert. Der Meß- und Rechenvorgang in Y-Richtung wird in der gleichen Weise wie der in X-Richtung durchgeführt.

Wenn die Maschine die Entfernungen X_{PM} zwischen dem Bezugspunkt des X-Y-Tisches 242 in X-Richtung und der Bezugslinie der Positionierungsstifte 251 in X-Richtung, die mit der Bezugsseite des Werkstückes 71 in X-Richtung in Kontakt stehen und dieses festlegen, mißt, wird das Bezugstück 72 von den Positionierungsstiften 251 korrekt auf dem Schrittbewegungstisch 241 eingestellt. Wie in Fig. 6a gezeigt, besitzt das Bezugstück 72 eine quadratische Säule 721, deren eine Bezugsfläche senkrecht zur Montagefläche des Schrittbewegungstisches 243 verläuft und sich parallel zur Bezugsseite des Bezugstückes 72 in X-Richtung erstreckt. Die Entfernung X_{PM} zwischen der Bezugsseite des Bezugstückes 72 in X-Richtung und der Bezugsfläche des Bezugstückes wurde vorher durch ein Meßgerät gemessen und in der Hauptsteuereinheit 30 gespeichert. Wenn die Entfernungen am X-Y-Tisch 242 durch eine optische Längenmeßvorrichtung 244, die am X-Y-Tisch 242 befestigt ist, wie in Fig. 7A gezeigt, gemessen wird, bildet der Referenzpunkt der optischen Längenmeßvorrichtung 244 den Bezugspunkt des X-Y-Tisches 242 in X-Richtung. Die optische Längenmeßvorrichtung 244 mißt die Entfernung X_{LM} zwischen dem Bezugspunkt des X-Y-Tisches 242 in X-Richtung und der Bezugsfläche des Bezugstückes. Die Hauptsteuereinheit 30 errechnet die Strecken X_{MP} aus der gemessenen Strecke X_{LM} und der vorgegebenen Strecke X_{PM} , d.h. die Differenz zwischen der Strecke X_{LM} und der Strecke X_{PM} ist die Strecke X_{MP} zwischen dem Bezugspunkt des X-Y-Tisches 242 in X-Richtung und der Bezugslinie der Positionierungsstifte 251 in X-Richtung, wie in Fig. 7a gezeigt. Die Strecke X_{MP} wird in der Hauptsteuereinheit 30 gespeichert.

Die angenäherte Strecke X_{LM} zwischen dem Referenzpunkt des X-Y-Tisches und dem mittleren Montagepunkt einer jeden Einheit 10 wird in der Hauptsteuereinheit 30 gespeichert. Der mittlere Montagepunkt einer jeden Einheit 10 kann der Mittelpunkt des Positionierungsloches der Einheit 10 oder irgendein anderer Punkt dieser Einheit sein, wie in Fig. 6c gezeigt. Die ungefähre Entfernung X_{UT} zwischen dem mittleren Montagepunkt und dem Bezugspunkt der Einheit 10 und die Entfernung X_{up} zwischen dem Bezugspunkt der Einheit 10 und dem Bezugspunkt des gehandhabten Teiles wurden vorher gemessen und in der Untersteuereinheit 15 gespeichert. Bei dem Bezugspunkt der Einheit 10 kann es sich um eine Endfläche der Montagehand 19 handeln, wie in Fig. 6d gezeigt. Die Entfernung X_{UT} wird in Stufe 2 an die Hauptsteuereinheit abgegeben.

Wenn die Maschine von der Untersteuereinheit 25 aufgefordert wird, die Abweichung der tatsächlichen Position des Bezugspunktes einer jeden Einheit 10 von der Sollposition desselben zu kompensieren, d.h. die tatsächliche Entfernung zwischen dem Bezugspunkt einer jeden Einheit 10 und dem Referenzpunkt des X-Y-Ti-

sches zu messen, wird der X-Y-Tisch 242 zuerst in seiner Ausgangsposition angeordnet, so daß der Referenzpunkt der optischen Längenmeßvorrichtung 244 am Referenzpunkt des X-Y-Tisches angeordnet wird, wie durch die gestrichelte Linie in Fig. 7b angedeutet ist. Danach wird der X-Y-Tisch 242 um eine Strecke X_{DT} bewegt, die geringer ist als die Summe aus der Strecke X_{UT} und der Strecke X_{MH} , d.h. $X_{DT} = X_{MH} + X_{UT} - X_{LT}$. (X_{LT} ist eine bestimmte, von der optischen Längenmeßvorrichtung 244 zu messende Strecke). Die optische Längenmeßvorrichtung 244 mißt ferner eine Strecke X_{LT} zwischen dem Referenzpunkt der optischen Längenmeßvorrichtung 244 und der Endfläche der Montagehand 19, d.h. dem Bezugspunkt der Einheit 10. Die Summe aus der Strecke X_{DT} und der Strecke X_{LT} stellt die tatsächliche Entfernung X_{MHR} zwischen dem Bezugspunkt einer jeden Einheit 10 und dem Referenzpunkt des X-Y-Tisches dar. Diese tatsächliche Entfernung X_{MHR} wird in der Hauptsteuereinheit 30 gespeichert.

Wenn, wie in den Fig. 8a, 8b und 8c gezeigt, die Hauptsteuereinheit 30 das Montagevorgangsstartsignal einschließlich der Entfernungsdaten X_{pp} zwischen der Bezugsseite in X-Richtung des Werkstückes 71 und der Position, in der der Bezugspunkt des montierten Teiles am Werkstück 72 angeordnet werden sollte, an die Handhabungseinheit 10 für die Teile abgibt, errechnet die Untersteuereinheit 15 die kompensierten Positionierungsdaten X_{pos} zwischen dem Bezugspunkt der Einheit 10 und der Bezugslinie in X-Richtung der Positionierungsstifte 251, die mit der Bezugsseite des Werkstückes 71 in X-Richtung in Kontakt steht, in Abhängigkeit von der Strecke X_{UP} zwischen dem Bezugspunkt der Einheit 10 und dem Bezugspunkt des gehandhabten Teiles auf der Basis der Daten X_{pp} , d.h.

$$X_{pos} = X_{pp} - X_{UP}$$

Die Untersteuereinheit 15 gibt die kompensierten Positionierungsdaten X_{pos} an die Hauptsteuereinheit 30 ab. Wenn die Hauptsteuereinheit 30 die kompensierten Positionierungsdaten X_{pos} empfangen hat, errechnet die Hauptsteuereinheit die Entfernung X_D zwischen dem Referenzpunkt des X-Y-Tisches und dem Bezugspunkt des X-Y-Tisches 242 gemäß der Strecke X_{MP} zwischen dem Bezugspunkt in X-Richtung des X-Y-Tisches 242 und der Bezugslinie in X-Richtung der Positionierungsstifte 251 sowie die Entfernung X_{MHR} zwischen dem Bezugspunkt der Einheit 10 und dem Referenzpunkt des X-Y-Tisches, d.h.

$$X_D = X_{MHR} - X_{MP} - X_{pos}$$

Der X-Y-Tisch 242 wird gemäß den Entfernungsdaten X_D positioniert.

Wie vorstehend beschrieben, ist der Behälter 40 für die Teile lösbar an der Einheit 10 befestigt. Er kann jedoch auch einstückig mit der Einheit 10 ausgebildet sein, wie in Fig. 9 gezeigt. Dort gleitet das Teil in einem Magazin 111 einer geeigneten Patrone 110 nach unten, und ein vorderes Ende der Überführungsvorrichtung 12, das das Teil ergriffen hat, bewegt sich zur Überführung des Teiles zur Montagehand 19 der Montagehandvorrichtungen 13 nach links. Danach bewegt sich die Montagehand 19, die das Teil ergriffen hat, nach unten, um dieses am Werkstück 71 zu montieren. Dann bewegt sich die Fixiervorrichtung 16 nach oben, um das Teil am Werkstück 71 zu fixieren.

Da bei dieser Ausführungsform die Patrone 110 vorher an der Einheit 10 befestigt worden ist, ist es nicht

erforderlich, die positionelle Beziehung zwischen der Einheit 10 und der Patrone 110 einzustellen. Somit wird keine Vorrichtung zum Herausnehmen des Teiles aus dem Behälter benötigt.

Erfindungsgemäß wird somit eine Maschine zur Montage von Teilen vorgeschlagen, die die folgenden Bestandteile umfaßt:

Eine Werkstückpositionierungsvorrichtung mit einem Tisch, der auf dieser bewegbar ist und ein Werkstück an verschiedenen gewünschten Stellen anordnen kann, Montagehandeinrichtungen, von denen jede ein Teil derart halten kann, daß dieses am Werkstück montiert werden kann, und Überführungseinrichtungen, von denen jede das Teil von einem Behälter für die Teile zu den Montagehandeinrichtungen überführen kann, wobei die Montagehandeinrichtungen das vom Behälter überführte Teil aufnehmen und das Teil zur Montage desselben am Werkstück, das von der Werkstückpositionierungsvorrichtung positioniert worden ist, freigeben.

Die Maschine besitzt des weiteren eine Vielzahl von Körpern, die lösbar an der Werkstückpositionierungsvorrichtung fixiert sind, und eine Vielzahl von Untersteuereinheiten sowie eine Hauptsteuereinheit, wobei eine jede Einheit zur Handhabung der Teile die Montagehandeinrichtungen und die Überführungseinrichtungen, die miteinander zusammenwirken, umfaßt und an einem der Körper derart befestigt ist, daß jede Einheit in Relation zu der Werkstückpositionierungsvorrichtung über den lösbaren Körper fixiert ist, die Montagehandeinrichtungen und die Überführungseinrichtungen jeder Einheit zur Handhabung der Teile durch eine der Untersteuereinheiten gesteuert werden, so daß sie miteinander zusammenwirken die Untersteuereinheiten wahlweise von der Hauptsteuereinheit gesteuert werden, so daß in Abhängigkeit von einer geeigneten Art von Teilen die Hauptsteuereinheit eine geeignete Einheit aus den Handhabungseinheiten auswählt, um mit der Werkstückpositionierungsvorrichtung zusammenzuwirken, so daß es nicht erforderlich ist, daß die positionellen und zeitlichen Relationen zwischen den Montagehandeinrichtungen und den Überführungseinrichtungen in der entfernten Handhabungseinheit wieder eingestellt werden, wenn die entfernte Handhabungseinheit wieder in Relation zur Werkstückpositionierungsvorrichtung befestigt wird, und es ferner für die Hauptsteuereinheit nicht erforderlich ist, auf den Unterschied zwischen der Zusammenwirkung der entfernten Handhabungseinheit und der hierfür ausgetauschten Handhabungseinheit zu achten. Die verschiedenen Arten der Handhabungseinheiten können daher ohne weiteres ausgetauscht werden, um verschiedenartige Teile am Werkstück zu montieren.

Patentansprüche

1. Maschine zur Montage von Teilen, gekennzeichnet durch:

Eine Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) mit einem Tisch (242, 243), der auf dieser bewegbar ist und ein Werkstück an verschiedenen gewünschten Stellen positionieren kann, Montagehandeinrichtungen (13), von denen jede ein Teil zur Montage desselben am Werkstück halten kann, und Überführungseinrichtungen (12), von denen jede das Teil von einem Behälter (40) für die Teile zu den Montagehandeinrichtungen (12) überführen kann, wobei die Montagehandeinrich-

tungen das vom Behälter (40) überführte Teil aufnehmen und das Teil zur Montage am Werkstück, das von der Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) positioniert worden ist, freigeben, wobei die Maschine des weiteren eine Vielzahl von Körpern (11), die lösbar an der Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) fixiert sind, und eine Vielzahl von Untersteuereinheiten (15) sowie eine Hauptsteuereinheit (30) umfaßt, jede der Handhabungseinheiten für die Teile die Montagehandeinrichtungen (13) und die Überführungseinrichtungen (12), welche miteinander zusammenwirken, aufweist und an einem der Körper (11) derart fixiert ist, daß jede Einheit in Relation zu der Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) durch den lösbaren Körper (11) festgelegt ist, die Montagehandeinrichtungen (13) und die Überführungseinrichtungen (12) jeder Einheit durch eine der Untersteuereinheiten (15) gesteuert werden, so daß sie miteinander zusammenwirken, und die Untersteuereinheiten (15) wahlweise durch die Hauptsteuereinheit (30) derart gesteuert werden, daß die Hauptsteuereinheit (30) in Abhängigkeit von einer gewünschten Art von Teilen eine geeignete Handhabungseinheit zur Zusammenwirkung mit der Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) auswählt.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Montagehandeinrichtungen (13) eine Hand (19) aufweist, deren eine Endfläche einen Bezugspunkt in Relation zum montierten Teil und der Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) darstellt.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Untersteuereinheiten (15) an den entsprechenden Körpern (11) fixiert sind.

4. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstückpositionierungsvorrichtung einen Schrittbewegungstisch (243) aufweist.

5. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) mindestens drei Positionierungsstifte (251) besitzt, gegen die mindestens zwei Bezugsseiten des Werkstückes gepreßt werden.

6. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Untersteuereinheit Daten, die einen Funktionstyp der Handhabungseinheit für die Teile wiedergeben, an die Hauptsteuereinheit (30) abgibt und daß die Hauptsteuereinheit (30) diese Funktionsdaten speichert.

7. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptsteuereinheit (30) eine der Handhabungseinheiten auswählt, die zur Montage einer ersten Art von Teilen geeignet ist, und ein Montagevorgangsstartsignal an die ausgewählte Einheit abgibt, nachdem die gespeicherten Funktionsdaten der Einheiten mit einem ersten aus einer Reihe von Montagevorgangsbefehlssignalen, die der Hauptsteuereinheit (30) zugeführt worden sind, verglichen worden ist.

8. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ausgewählte Handhabungseinheit kompensierte Positionierungsdaten abgibt, die von der Untersteuereinheit (15) gemäß den Entfernungen in X- und Y-Richtung zwischen dem Bezugspunkt der ausgewählten Einheit und dem Bezugs-

punkt des gehandhabten Teiles auf der Basis des Montagevorgangsstartsignales einschließlich Entfernungsdaten zwischen einer Bezugsseite des Werkstückes und einer Position, in der ein Bezugspunkt des Teiles am Werkstück montiert sein sollte, errechnet worden sind.

9. Maschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Tisch (242, 243) in seiner Ausgangsposition angeordnet und danach um eine Strecke bewegt wird, daß die Strecke zwischen dem Bezugspunkt des Tisches und dem Bezugspunkt der Handhabungseinheit gemessen wird und eine Gesamtsumme aus der durchlaufenen Strecke und der gemessenen Strecke in der Hauptsteuereinheit (30) als tatsächliche Entfernung zwischen dem Bezugspunkt der Handhabungseinheit und dem Referenzpunkt des Tisches gespeichert wird.

10. Maschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptsteuereinheit (30) eine erforderliche Entfernung zwischen dem Referenzpunkt des Tisches und dem Bezugspunkt des Tisches gemäß der Strecke zwischen dem Bezugspunkt des Tisches und der Bezugsseite des Werkstückes und der Strecke zwischen dem Bezugspunkt der Handhabungseinheit und dem Referenzpunkt des Tisches auf der Basis der kompensierten Positionierungsdaten errechnet, so daß eine positionelle Beziehung zwischen der Bezugsseite des Werkstückes und dem Bezugspunkt des gehandhabten Teiles korrekt gesteuert wird.

11. Maschine zur Montage von Teilen, gekennzeichnet durch:

Eine Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) mit einem Tisch (242, 243), der darauf bewegbar ist und ein Werkstück an verschiedenen gewünschten Stellen positionieren kann, Montagehandeinrichtungen (13), die ein Teil zur Montage desselben am Werkstück halten können, und Überführungseinrichtungen (12), die das Teil von einem Behälter für die Teile (40) zu den Montagehandeinrichtungen (12) überführen können, wobei die Montagehandeinrichtungen das vom Behälter (40) für die Teile überführte Teil aufnehmen und zur Montage desselben am Werkstück, das durch die Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) positioniert worden ist, freigeben, wobei die Maschine des weiteren einen Körper (11), der lösbar an der Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) fixiert ist, eine Untersteuereinheit (15) und eine Hauptsteuereinheit (30) umfaßt, eine Einheit zur Handhabung der Teile die Montagehandeinrichtungen (13) und die Überführungseinrichtungen (12), die miteinander zusammenwirken, aufweist und am Körper (11) derart fixiert ist, daß die Einheit in Relation zur Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) über den lösbaren Körper (11) festgelegt wird, die Montagehandeinrichtungen (13) und die Überführungseinrichtungen (12) der Einheit von der Untersteuereinheit (15) gesteuert werden, so daß sie miteinander zusammenwirken, und die Untersteuereinheit (15) durch die Hauptsteuereinheit (30) derart gesteuert wird, daß sie mit der Werkstückpositionierungsvorrichtung (20) zusammenwirkt.

FIG. 2A

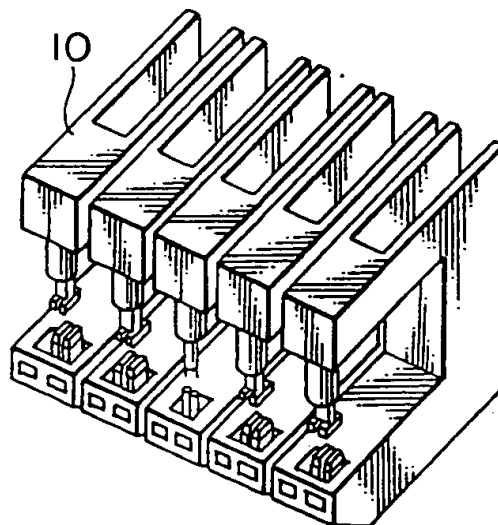


FIG. 2B

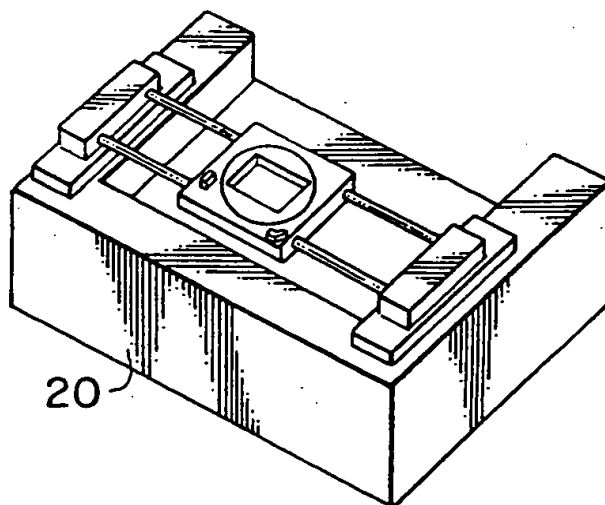


FIG. 2C

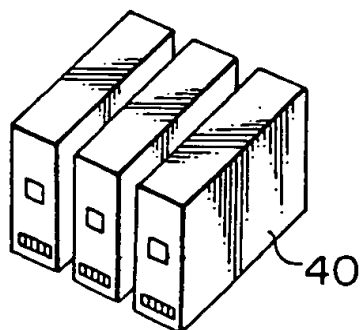


FIG. 3

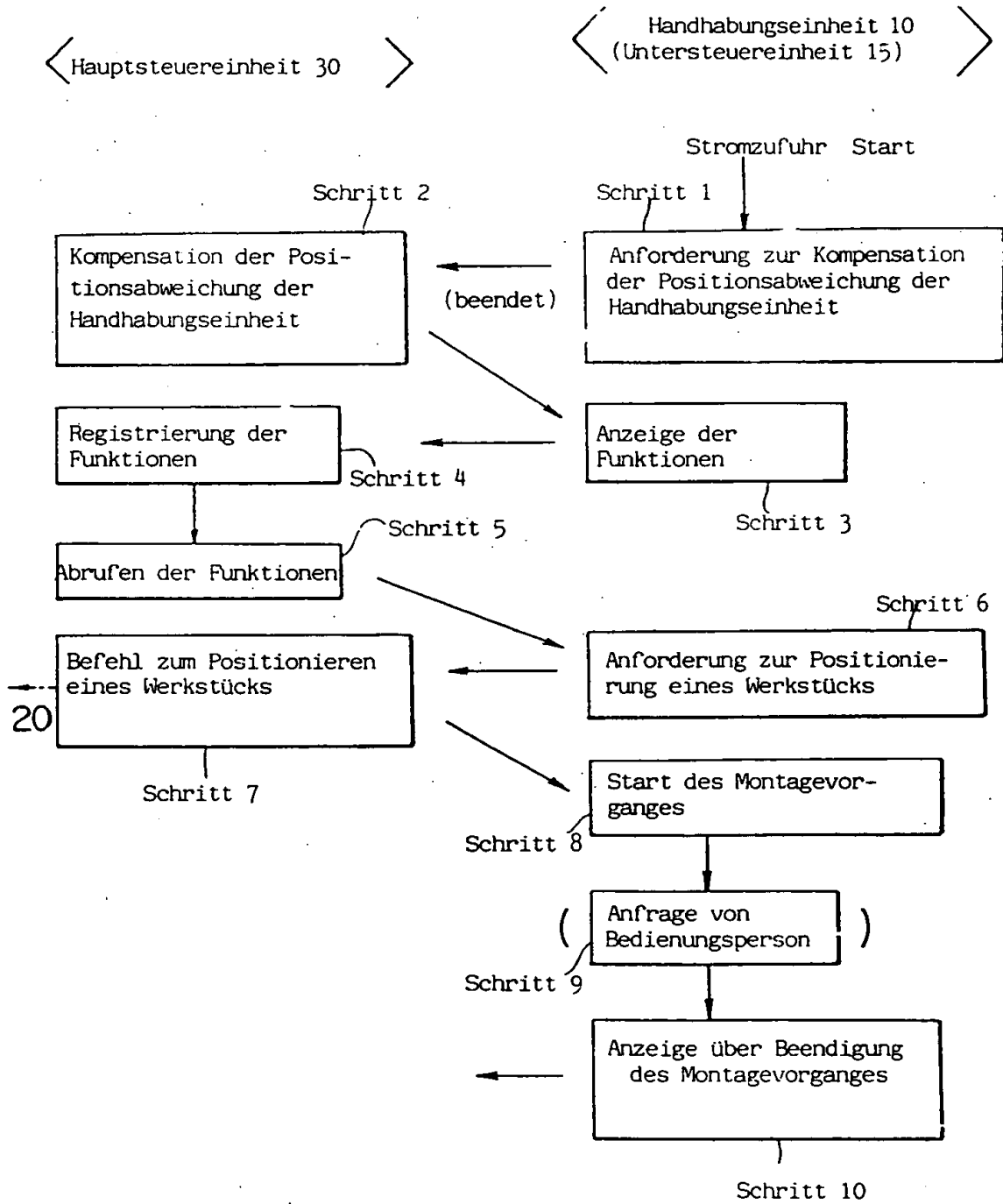


FIG. 4A

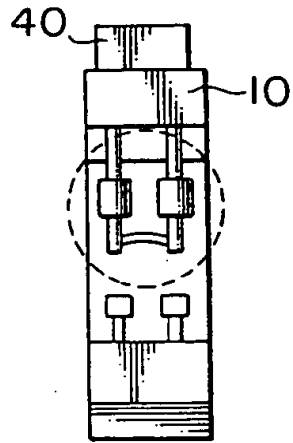


FIG. 4B

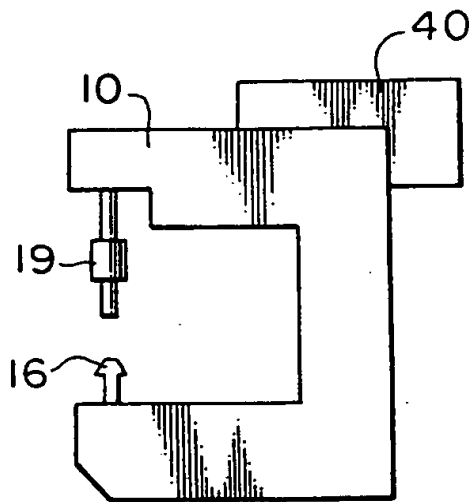


FIG. 4C

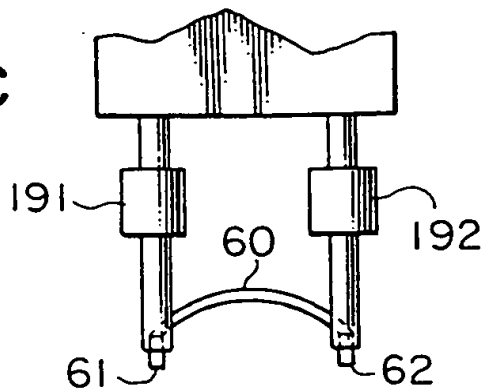


FIG. 5

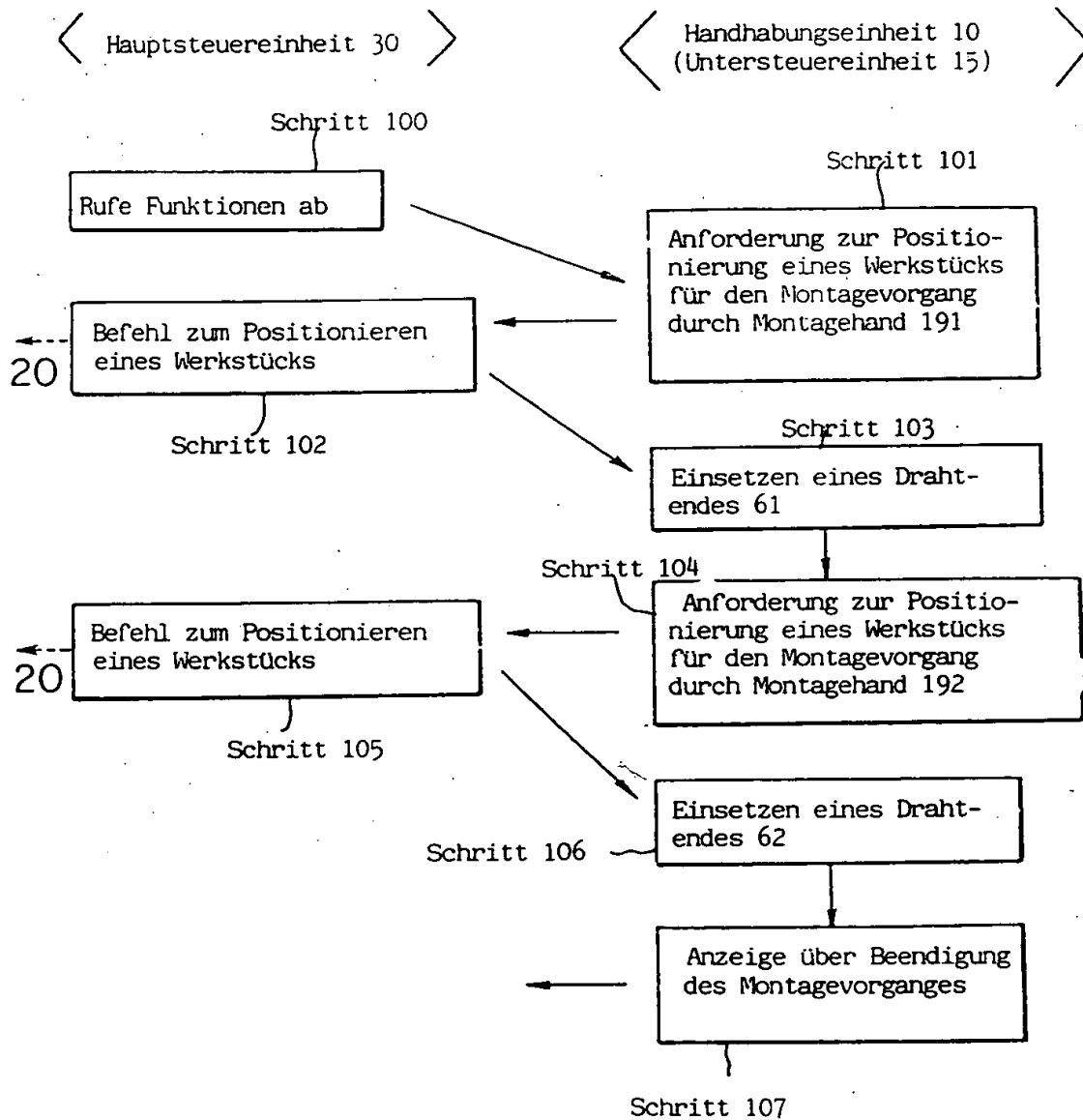


FIG. 6A

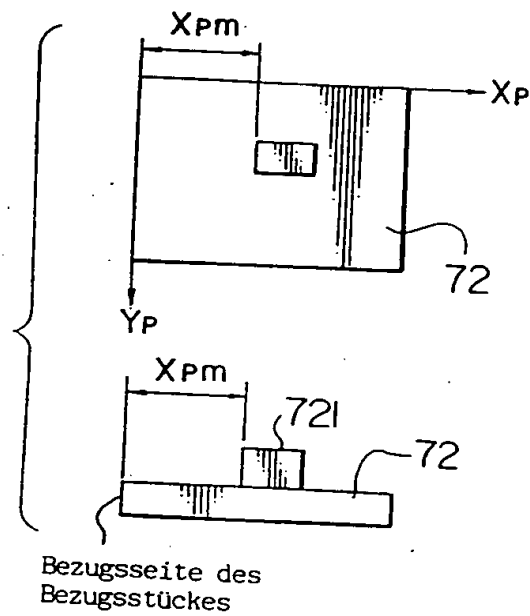


FIG. 6B

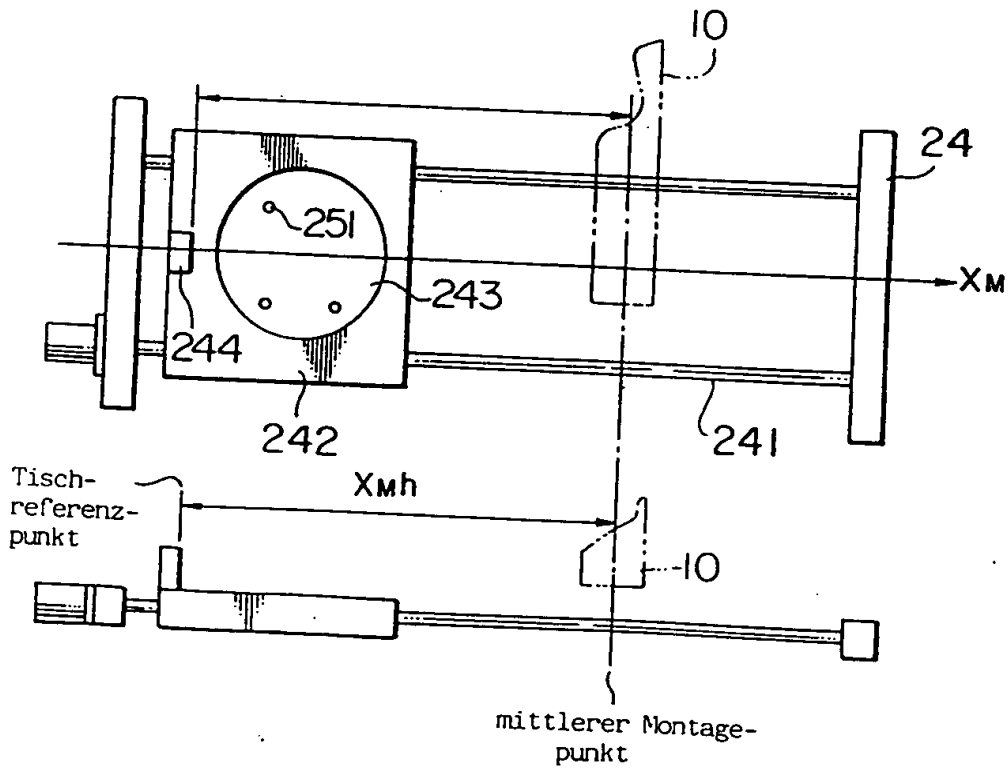


FIG. 6C

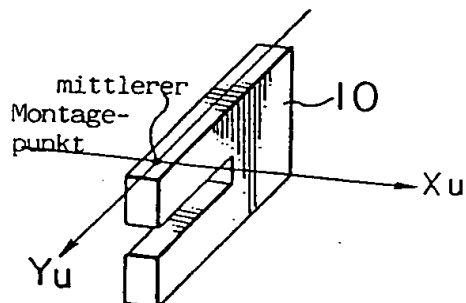


FIG. 6D

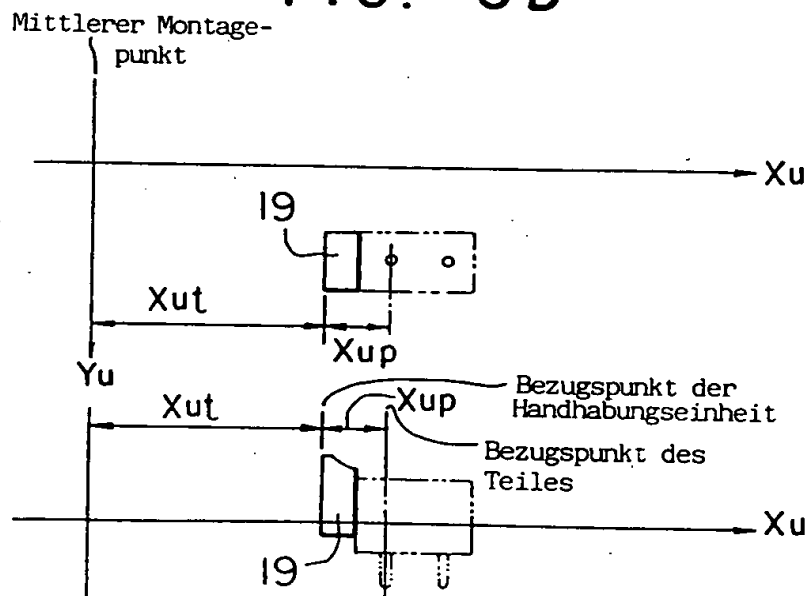


FIG. 7A

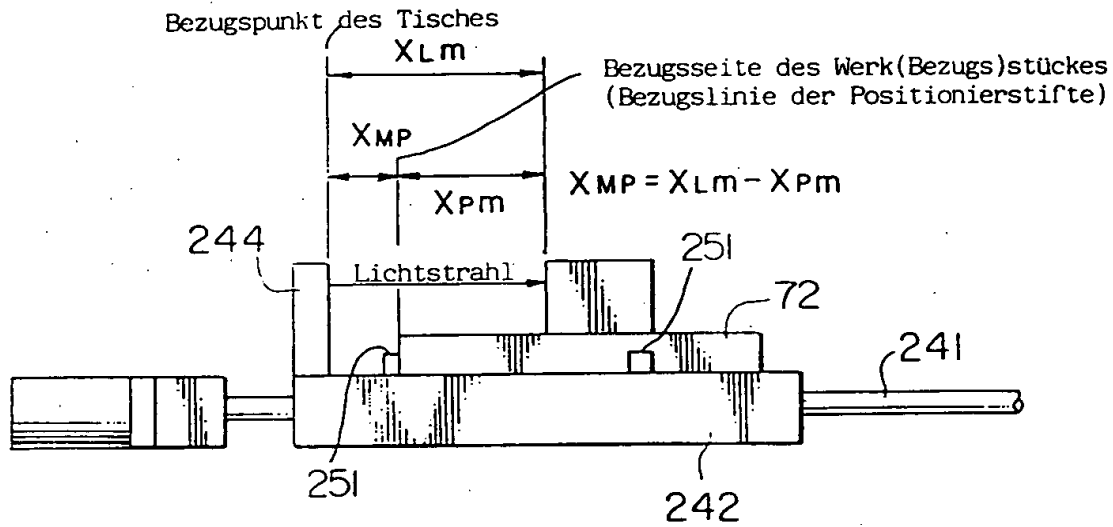


FIG. 7B

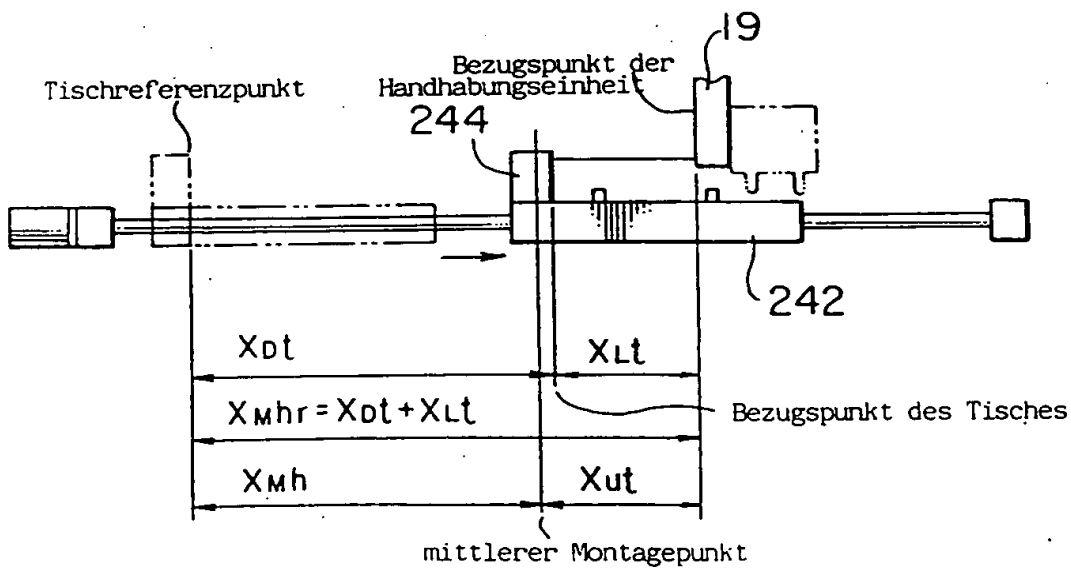


FIG. 8 A

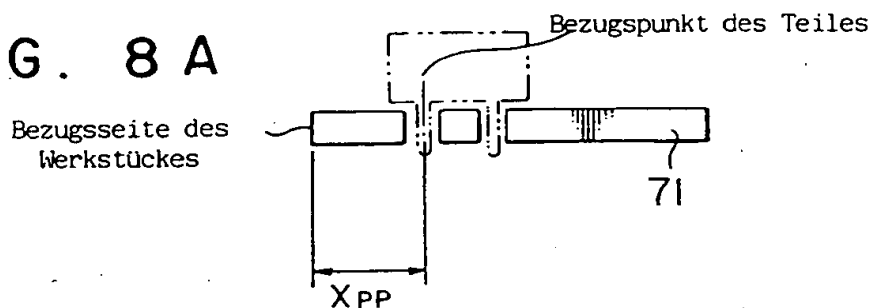


FIG. 8 B

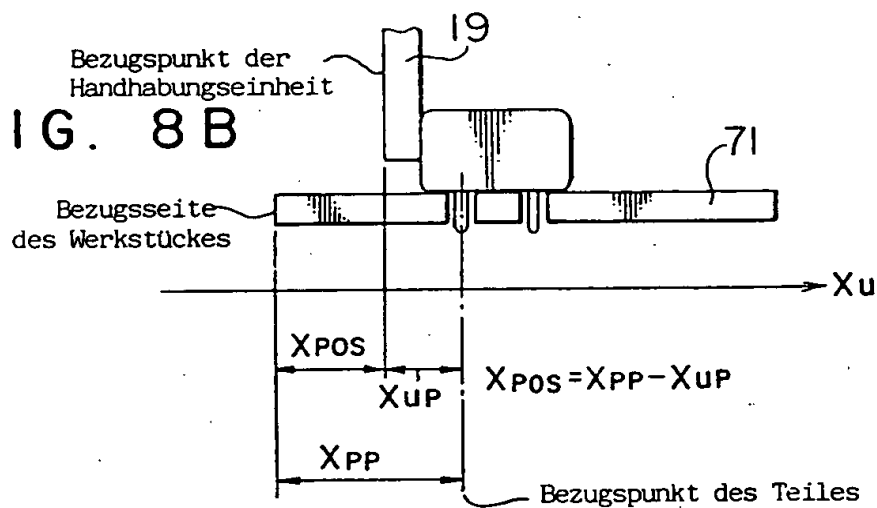


FIG. 8 C

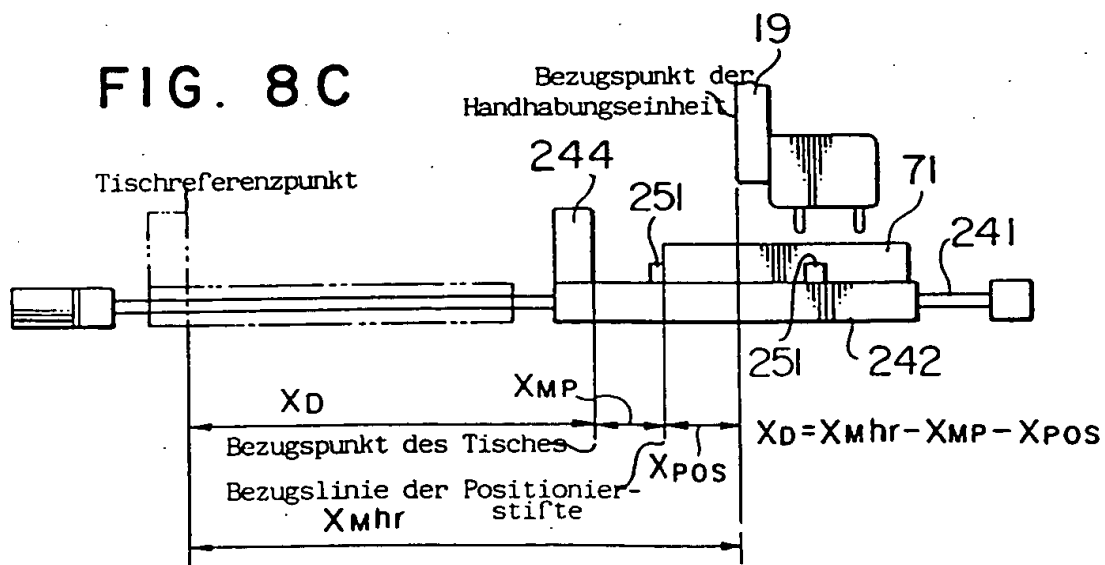


FIG. 9

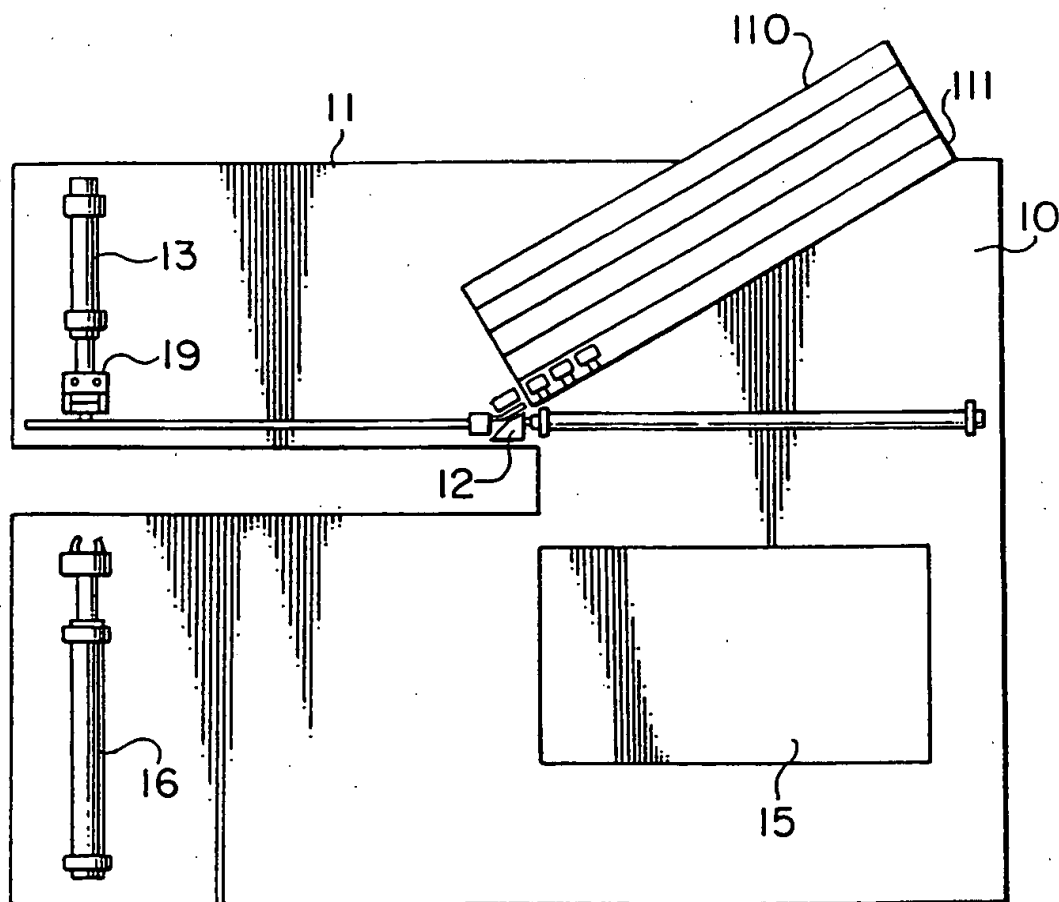


FIG. 1

